Aus dem Institut für Hygiene der Universität Düsseldorf

(Direktor: Prof. Dr. med. H. - W. Schlipköter)

UNTERSUCHUNGEN ZUR METHODIK DER PROTHESENDESINFEKTION

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Fritz Kruse

1979

1980

Aus dem Institut für Hygiene der Universität Düsseldorf

(Direktor: Prof. Dr. med. H. - W. Schlipköter)

UNTERSUCHUNGEN ZUR METHODIK DER PROTHESENDESINFEKTION

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Fritz Kruse

1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruck mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. H.L. Krüskemper

Referent:
gez.: Prof. Dr. L. Grün

Korreferent:
gez.: Prof. Dr. F. Schübel

Meinen Eltern gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

I. Keimbesiedlung von Prothesen

II. Möglichkeiten einer Prothesendesinfektion

III. Klinische Versuche einer Prothesendesinfektion

IV. Versuchsaufbau
1. Ultraschallgeräte
2. Desinfektionsmittel
3. Testmaterial - Prüfkörper
4. Testkeime
5. Nährböden

V. Voruntersuchungen
1. Leerversuche
1.1 Methodik
2. Nebenversuche
2.1 Methodik

VI. Ergebnisse der Voruntersuchungen
1. Ergebnisse der Leerversuche
2. Ergebnisse der Nebenversuche

VII. Hauptuntersuchungen
- Versuchsablauf -

VIII. Ergebnisse der Hauptuntersuchungen

IX. Diskussion

X. Zusammenfassung

XI. Literaturverzeichnis

XII. Lebenslauf

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543910_0067

I. Keimbesiedlung von Prothesen

Die Mundhöhlenflora wird als "natürliche Flora" und als "relativ harmlos" (5) bezeichnet. Da sie jedoch nicht bei jedem Menschen die gleiche ist, besteht die Gefahr der Kreuzinfektion; d.h. auch durch die zahnärztliche Behandlung kann infektiöses Material von einer Mundhöhle in die andere übertragen werden. Dabei kommen Zahnarzt, Instrumente und Hilfseinrichtungen der zahnärztlichen Praxis (Einheiten, Lampen, Schalter, Handtuch, Telefon etc.) als Obertragungsquellen infrage. Darüberhinaus können Erreger aus dem Gewebe ebenso wie aus der Blutbahn eines Patienten in die eines anderen übertragen werden: Das Risiko einer endogenen Infektion durch die zahnärztliche Behandlung ist immer gegeben (16).

Diese Aussage von K. FUHR über die nicht unerhebliche Infektionsgefahr für Behandler und Patienten durch Keimübertragung in die zahnärztliche Praxis, worauf auch in vielen anderen Berichten hingewiesen wurde (9, 10, 13, 17, 27, 28), muß noch erweitert werden durch die Aufzählung des prothetischen Zahnersatzes, der eine wesentliche Funktion als Keimreservoir und Oberträger darstellt. Auch die Gruppe der infektionsgefährdeten Personen muß noch erweitert werden; neben dem Zahnarzt und den einzelnen Patienten können auch die zahnärztlichen Helferinnen und der Zahntechniker sowohl die Rolle des Empfängers als auch die des Oberträgers spielen.

Es ergeben sich also während einer zahnärztlichen Behandlung eine ganze Reihe von Infektionsmöglichkeiten wie Patient-Zahnarzt, Patient A-Zahnarzt-Patient B, Patient-zahnärztliche Helferin, zahnärztliche Helferin-Zahnarzt, Zahnarzt-Zahntechniker, Patient-Zahntechniker, wobei - wie oben schon erwähnt - der prothetische Zahnersatz eine wesentliche Rolle als Keimreservoir und Oberträger spielen kann. In diesem Zusammenhang sei noch einmal auf die einleitenden Worte K. FUHRs (16) hingewiesen, der W. E. BERTON (5) zitiert und die Mundhöhle als "natürliche Flora" und als "relativ harmlos" bezeichnet. Man muß dazu aber sagen, daß diese Vielzahl von Mikroorganismen der Mundhöhle von einer großen Anzahl von Individuen toleriert wird, während sie bei anderen Individuen mit veränderter Resistenzlage zu pathologischen Reaktionen führen kann. Außerdem enthält die Mundhöhle , ein idealer Nährboden für Mikroorganismen, neben harmlosen Saprophyten und Kommensalen auch eine Menge von fakultativ und obligat pathogenen Keimen (10),von denen einige heute sehr resistent geworden sind und ein ernstes Problem wegen der Hospitalismusgefahr darstellen, wie z. B. die Staphylokokken. Aber selbst als normalerweise harmlos anzusehende Keime können bei schlechtem Allgemeinzustand des Individuums oder bei einer Virulenzsteigerung der Mikroorganismen zu ernsten Krankheitsbildern führen. Als Beispiel möge der Soor dienen, der durch Candida albicans hervorgerufen wird.

Hier seien nur einige der häufigsten Mundhöhlenbewohner aufgeführt:

vergrünende und anhämolytische Streptokokken
Enterokokken
Mikrokokken
Staphylokokkus albus und aureus
Sarcinen
Escherichia coli
Klebsiella
Enterobacter-Gruppe
Pseudomonas aeruginosa
Candida albicans
Proteus
Pneumokokken
Sporenbildner etc.
Virus-Arten

Wie oben bereits erwähnt und von mehreren Autoren auch schon untersucht worden ist (3, 7, 15, 31, 36, 41, 46, 48), bietet sich prothetisch inkorporierter Zahnersatz der Mundflora als Keimreservoir und Medium der Keimübertragung geradezu an. Werkstoffkundliche Untersuchungen über die Struktur von Dentalkunststoffen ergaben (22), daß die Oberfläche von Prothesen nach der üblichen Bearbeitung nur scheinbar homogen ist und dadurch Nahrungsmittelresten, Zerfallsprodukten und Bakterien eine vorzügliche Retentionsmöglichkeit bieten kann. Dies gilt besonders für die der Schleimhaut zugewandte Fläche der Prothese, deren Oberfläche nicht oder nur in geringem Maße durch Politur geglättet werden kann, und deren Rauhigkeit mit zunehmendem Alter des Zahnersatzes ständig zunimmt.

Es ist offensichtlich, daß diese Tatsachen ein Bakterienwachstum begünstigen können (21, 43, 44, 48). Aber nicht nur die Oberfläche von Prothesen, sondern auch die Nischen und Winkel, die zur Funktion nicht umgangen werden können, bilden eine ideale Grundlage für Keimbesiedlung und Keimretention (7).

M. SPRENG meinte sogar, daß durch die innere Struktur der meisten Prothesenkunststoffe ein Eindringen von Mikroorganismen ermöglicht werde, welches durch das Quellvermögen der Kunststoffe sogar noch begünstigt werden könne (42). Inwieweit diese Behauptung des Eindringens von Mikroorganismen in Prothesenkunststoffe oder sogar die Durchwanderung von Mikroorganismen durch den Kunststoff den Tatsachen entspricht, ist noch nicht geklärt, da der Keimnachweis selbst bei sorgfältigster Arbeitsweise mit zahlreichen Fehlerquellen behaftet ist (2, 14, 30). Als sicher kann jedoch gelten, daß sich Mikroorganismen in porösen Kunststoffen anreichern (7).

Weiterhin muß beachtet werden, daß, wie verschiedene Untersuchungen zeigen (11, 14, 24, 40), zahnärztliche Kunststoffe nicht nur als "Behausung" für Mikroorganismen dienen, sondern von einigen Keimen wie Pseudomonas aeruginosa, Enterobacter aerogenes, Candida albicans und lipolytica, sowie Escherichia coli als Nährböden benutzt werden (14). So werden durch oberflächliche Korrosion neue Rauhigkeiten erzeugt, in deren Tiefe sich wiederum neue Keime ansiedeln können, womit ein perfekter circulus vitiosus geschaffen worden ist.

Ob diese Vorgänge an Prothesenkunststoffen Einfluß auf eine Änderung der Mundflora des Prothesenträgers haben, soll an dieser Stelle nicht diskutiert werden. Es muß jedoch gefordert werden, daß eine sorgfältige Pflege des Zahnersatzes betrieben wird, da die Prothesenhygiene nicht nur als wichtiger Teil der allgemeinen Hygiene angesehen werden muß, sondern auch insofern von Bedeutung ist, als schlecht gepflegte Prothesen entzündliche Reizzustände in den Geweben, mit denen der Zahnersatz unmittelbar in Kontakt tritt, auslösen können. Ferner steht fest, daß eine gute Pflege des Zahnersatzes, d.h. eine sorgfältige mechanische Reinigung und somit ständige Repolitur und Glättung der Oberfläche, eine Oberflächenverhärtung und damit eine Materialverbesserung darstellt und daher geringere Retentionsmöglichkeiten für Beläge und Mikroorganismen bietet. Die geringe Abnutzung durch das ständige Putzen kann sich für das Haften bzw. Saugen nicht nachteilig auswirken (22, 3).

II. Möglichkeiten einer Prothesendesinfektion

Sterilisation bedeutet die vollkommene Freimachung eines Gegenstandes von lebenden Mikroorganismen (vegetativen und Dauerformen). Die Sterilität ebenso wie die Tätigkeit des Sterilisierens beinhaltet also nicht allein die Abtötung bestimmter Keime übertragbarer Krankheiten, sondern bezieht sich auf die Vernichtung aller lebenden Mikroorganismen, gleichgültig ob es sich um Krankheitserreger handelt oder nicht. Diese Sterilität in dem definierten Sinne einer Behandlung kann in der zahnärztlichen Praxis nicht erwartet werden. So ist es z.B. schon unmöglich, die Hände des Zahnarztes keimfrei zu machen.

Dies gilt auch für die heute zur Prothesenherstellung verwandten Kunststoffe, Methylmetakrylate, in der zahnärztlichen Praxis. Zwar ist es grundsätzlich möglich, auch Prothesenkunststoffe keimfrei zu machen, wie K. FUHR (16) aufgezeigt hat, u. z. mit dem gespannten, nicht brennbaren Äthylenoxyd-Kohlensäure-Gemisch, dem sog. Sterivit-Verfahren, welches in den folgenden Versuchen auch benutzt wurde, um die untersuchten Prothesensegmente keimfrei zu bekommen. H. MARX (32) hat aufgezeigt, daß nach diesem Sterivit-Verfahren, das absolute Keimfreiheit garantiert (16), auch Prothesen in ein Wundbett eingegliedert werden können. Diese 100 % sichere Methode ist jedoch für die Zahnarztpraxis ein viel zu kostspieliges und für den normalen Praxisablauf zu zeitaufwendiges Verfahren.

So werden seit vielen Jahren die Möglichkeiten zumindest einer Prothesendesinfektion diskutiert. Physikalische Methoden sind aufgrund der Thermolabilität des verwendeten Werkstoffes nicht möglich.

Die Anwendung von ultravioletten Strahlen brachte keine sichere und in einer akzeptablen Zeit durchführbare Desinfektion. Ebenso ist die Alternative von bakteriziden Zusätzen im Kunststoff aus verschiedenen Gründen wieder verworfen worden (1).

Über die Bakterizidie von Ultraschall liegen ausführliche Untersuchungen von GRON und STELTER vor (18), die nachgewiesen haben, daß die Keimzahlen exponentiell bei Beschallung abfallen und die einzelnen Keimarten eine unterschiedliche Empfindlichkeit zeigen. Ferner wird darauf hingewiesen, daß die Temperatursteigerung des Mediums, die während der Ultraschalleinwirkung auftritt, eine zusätzliche keimtötende Wirkung hat. Es wird aber auch aufgezeigt, daß sich die Temperatur mit längerem Betrieb des Ultraschallgerätes nicht beliebig erhöhen läßt, sondern sich nach etwa 40 Min. einem Grenzwert nähert und daß damit nur die in diesem Bereich thermolabilen Bakterien erfaßt werden. Geht man von einer durchschnittlichen Raum- und damit Wassertemperatur von 20 ° C aus und legt die von MARX und SCHUGT (33) ermittelte maximale Temperaturerhöhung von ca. 21 ° C bei 30 Min. Beschallungszeit, 250 cm^3 Flüssigkeit und einer Leistung von 0,33 Watt/cm^3 zugrunde, so kommt man in einen Temperaturbereich, in dem die thermische Wirkung auf das Bakterienwachstum noch keine relevante Rolle spielt.

Es muß jedoch beachtet werden, daß die von GRON und STELTER (18) benutzten Ultraschallgeräte eine Leistung von 6,5 Watt/cm³ erbrachten, während die im zahnärztlichen Bereich benutzten Ultraschallbäder etwa eine Leistung von 0,3 - 0,5 Watt/cm³ erbringen. Die Keimabtötung ist jedoch, wie Untersuchungen ergeben haben, eine Funktion der Intensität.

Als sicherste Mittel zur Prothesendesinfektion bieten sich z. Zt. immer noch chemische Desinfektionsmittel an. Es darf jedoch in diesem Zusammenhang nicht außer acht gelassen werden, daß die heute zur Herstellung von Prothesenbasen verwendeten Polymethylmetakrylate weit weniger widerstandsfähig gegenüber chemischen Desinfektionsmitteln sind (15), während Porzellanfacetten, Edelmetall oder Chrom-Kobalt-Legierungen durch chemische Desinfektionsmittel kaum geschädigt werden und außerdem wegen ihrer Oberfläche und ihrer Korrosionsbeständigkeit kaum Anlaß für Keimretention geben.

Bei der Wahl und Anwendung eines chemischen Desinfektionsmittels muß man daher berücksichtigen, daß es sich durch eine maximale Indifferenz gegenüber dem Prothesenwerkstoff auszeichnet und daß es nicht zu Schleimhaut- und Geschmacksirritationen auf seiten des Patienten führt.

Wie GRON und ENGELHARDT im Laborversuch mit durch Testkeimen infizierten Prothesensegmenten bei der Prüfung von chemischen Desinfektionsmitteln festgestellt haben, wird die Wirksamkeit eines Desinfektionsmittels erhöht, wenn gleichzeitig Ultraschall angewendet wird (8).

In einer bereits oben zitierten Arbeit von GRÜN und STELTER (18) wurde durch Versuche abgeklärt, daß die durch Ultraschall bedingte Temperatursteigerung nicht die Ursache für die verstärkte bakterizide Wirkung des Desinfektionsmittels ist, sondern die durch Ultraschall bedingte Auflösung und Ablösung von Belägen eine Intensivierung der Desinfektion verursacht. Dieses Prinzip macht man sich auch in zahntechnischen Labors zur Reinigung von Zahnersatzarbeiten zunutze. Aufgrund dieser Ergebnisse könnten eine Verkürzung der Desinfektionszeiten und eine Verminderung der Desinfektionsmittelkonzentration erreicht werden (8).

III. Klinische Versuche einer Prothesendesinfektion

Die in Kapitel I dargestellte Problematik veranlaßte u. a. GRON und ENGELHARDT (12), Untersuchungen durchzuführen, die zum Ziele hatten:

1. Testmethoden für eine Prothesendesinfektion zu erarbeiten, die als Modellversuch reproduzierbare und klinisch relevante Ergebnisse ermöglichen.

2. Die Wirksamkeit verschiedener chemischer Präparate bei Anwendung von Ultraschall zu prüfen.

3. Eine für alle Betroffenen praktikable Standard-desinfektion von abnehmbarem Zahnersatz in akzeptabel kurzer Zeit zu erreichen.

GRON und ENGELHARDT hatten nämlich erkannt, daß die von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) erarbeiteten Prüfvorschriften für chemische Desinfektionsmittel (38) den Anforderungen, die an sie für eine Prothesendesinfektion zu stellen sind, nicht ausreichend gerecht werden (12), daß aber einige der angegebenen Prüfmethoden, etwa Hemmtest und Suspensionstest, zu übernehmen waren (8).

Da jedoch die Aussagekraft einer jeden Prüfmethode mit der Reproduzierbarkeit der erzielten Resultate steht und fällt, erarbeiteten GRON und ENGELHARDT (12) in Voruntersuchungen ein Modell einer Prothesendesinfektion, in dem, um die geforderte Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu erreichen, mit standardisierten Meßmethoden und Materialien gearbeitet wurde. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß dieses Verfahren nicht ohne weiteres und nur mit Einschränkungen mit den im klinischen Bereich gegebenen Bedingungen verglichen werden kann.

Bakteriologische Befunde an inkorporiertem Zahnersatz ergaben ein buntes Gemisch von Mikroorganismen. Für die Objektivierung der Wirksamkeit von chemischen Desinfektionsmitteln ist ein dem Zufall überlassenes Gemisch in Zahl, Pathogenität und Empfindlichkeit gegen Desinfektionsmittel unterschiedlicher Mikroorganismen nicht brauchbar (12). In Anlehnung an bestehende Prüfvorschriften für chemische Desinfektionsmittel (38) wurden deshalb definierte Testkeime - Laborstämme - und keine Mundkeime benutzt, und nur ein Teil der in der Mundflora vorhandenen Bakterienarten wurde ausgetestet. Dabei handelt es sich um Stämme, die als besonders widerstandsfähig gelten. Auch der getragene Zahnersatz ist wegen der bereits erwähnten korrosiven Oberflächenveränderungen der Kunststoffbasis und der Spalte- und Nischenbildungen am Kunststoffansatz als Prüfkörper nicht brauchbar. Man hat daher auf besonders hergestellte Prothesensegmente zurückgegriffen und dabei inkauf genommen, daß die erzielten Ergebnisse eine gewisse Einschränkung erfahren.

Auch der Speichelbenetzung der Prothesen konnte nur in beschränktem Maße Rechnung getragen werden. Die individuell differierende Speichelzusammensetzung in bezug auf Enzymgehalt, anorganische Salze, Muzin, Harnstoff, Harnsäure, Aminosäuren, Kreatinin, Cholesterin sowie in bezug auf den PH-Wert, der im schwach sauren Bereich liegt, bei Stimulation aber aufgrund stärkerer Bicarbonatsekretion ansteigt, hat wesentlichen Einfluß auf Qualität und Quantität der Mundhöhlenflora.

Andererseits muß aber auch darauf hingewiesen werden, daß umgekehrt auch Mikroorganismen einen Einfluß auf die Qualität des Speichels ausüben können. Nicht vergessen werden darf in diesem Zusammenhang die Viskosität des Speichels, der die Prothese wie einen Film umgibt und damit eine Barriere darstellt, die von einem Desinfektionsmittel erst überwunden werden muß. Dies kann durch die Anwendung von Ultraschall wesentlich erleichtert werden (8).

Um eine möglichst natürliche bakterielle Besiedlung einer Zahnersatzarbeit zu erhalten, infizierten GRÖN und ENGELHARDT in ihren Untersuchungen (12) sterile Prothesensegmente mit in Bouillon, fettarmer Sterilmilch und Kunstsputum (34) suspendierten Testkeimen. Wie GRÖN und ENGELHARDT (8) selber konstatieren, ist diese Suspension sicher nicht identisch mit dem im Munde vorliegenden Milieu. Sie berichten jedoch, daß dieses Verfahren deutlich die erwünschte Erschwernis einer Desinfektion zeigt.

Ein weiteres Problem stellen die sich auf getragenem, schlecht gepflegtem und mangelhaft passenden, mit zunehmendem Alter und damit Oberflächenrauhigkeit ansammelnden Beläge und Plaque dar, das aber durch den Reinigungseffekt des Ultraschallbades zu bewältigen zu sein scheint. (33) Zitat aus Untersuchungen der keimabtötenden Wirkung dentaler Ultraschallgeräte von MARX und SCHUGT:

"Der Vorgang der Ultraschallreinigung läuft etwa so ab, daß zunächst die Reinigungsflüssigkeit die Verunreinigungen des Werkstückes anzulösen und in diese einzudringen versucht. Die hierbei auftretenden Diffusions- und Penetrationsvorgänge werden durch Ultraschall wesentlich beschleunigt. Innerhalb der in kleinste Spalten und in die Grenzschichten eingedrungenen Reinigungsflüssigkeit kommt es dann zur Kavitation, welche die Verunreinigungen sprengt und zur Ablösung der Schmutzschichten an den Grenzflächen führt."

Damit wäre auch einem Desinfektionsmittel der Weg zu den Mikroorganismen gegeben.

IV. Versuchsaufbau

1. Ultraschallgeräte

Es wurden 2 Ultraschallgeräte der Firma ELMA H. Schmidbauer KG., Singen/HTW, mit der Typenbezeichnung Transsonic T 400 benutzt. Bei einer HF-Dauerspitzenleistung von 2 x 120 Watt/Periode war bei einem Füllvolumen von 0,8 - 1,5 l etwa eine Leistung von 0,45 Watt/cm² Bodenfläche zu erwarten.

2. Desinfektionsmittel

Als Desinfektionsmittel kamen nur solche infrage, die sich in Laborversuchen bereits bewährt hatten und von denen eine bakterizide Wirkung zu erwarten war. Es wurden für den ersten Hauptversuch drei Mittel, für die folgenden drei Hauptversuche zwei Mittel ausgewählt, die sich von ihrem chemischen Aufbau und vom Wirkstofftyp her voneinander unterscheiden.

a) Maranon (R)

Maranon enthält 3,5 % aktives Chlor, Alkali und reinigungsaktive Substanzen.

b) Formalin

Formalin ist der im Handel gebräuchliche Name für eine 35 - 40 %ige wässrige Lösung von Formaldehyd ($H_2C = O$), des einfachsten Aldehydes, Oxidationsprodukte der primären Alkohole. In reinem, wasserfreien Zustand ist Formaldehyd ein farbloses, giftiges, stechend durchdringend riechendes Gas, nur wenig schwerer als Luft, das aber in Wasser außerordentlich leicht löslich ist. Im Maximum entsteht eine 55 %ige Lösung, während der gewöhnliche Formaldehyd des Handels eine 35 - 40 %ige wässrige Formaldehyd-Lösung ist, Formalin genannt. Der reine und gelöste Formaldehyd neigt zu vielen Additions-, Kondensations-, Redox- und Polymerisationsreaktionen. So bildet der Formaldehyd in einer Kondensationsreaktion mit Eiweißen feste, harte Produkte, wodurch die Eiweiße gehärtet und gegerbt und somit die Mikroorganismen abgetötet werden. Aufgrund dieser bakteriziden Eigenschaft läßt sich der Einsatz von Formalin zur Desinfektion und z.B. zur Konservierung von anatomischen Präparaten erklären (35).

c) Phenol

Phenol ist ein aromatischer Alkohol, bei dem die Hydroxylgruppe unmittelbar am Benzolkern steht (C_6H_5OH). Nach der Zahl der Hydroxylgruppen unterscheidet man ein-, zwei- und dreiwertige Gruppen. In unseren Versuchen wurde das einwertige Phenol oder Carbolsäure verwendet.

Phenole sind in Wasser mäßig löslich und reagieren als wässrige Lösung schwach sauer, da die Hydroxylgruppe des Phenol durch die Elektronenaffinität des aromatischen Kerns polarisiert und dissoziationsfähig ist. Phenole als Säuren wirken keimtötend; sie werden daher als Antiseptika und Desinfektionsmittel verwendet. Ein Nachteil ist, daß die Phenole starke Protoplasmagifte sind und Verätzungen der Haut, Atemstillstand, Delirien und schließlich Herzstillstand bewirken können (35).

3. Testmaterial - Prüfkörper

Um eine möglichst weitgehende Angleichung an getragenem Zahnersatz zu bekommen, wie er in der normalen Praxis hergestellt und von den Patienten getragen wird, wurden Segmente einer Oberkiefervollprothese aus Kunststoff als Prüfkörper verwendet. Sie umfaßten entweder jeweils zwei Prämolaren und Molaren oder die mittleren und seitlichen Frontzähne und einen Teil der vestibularen und palatinalen Basis. Die vier Zähne bestanden entweder nur aus Kunststoff oder zur Hälfte aus Porzellan und Kunststoff. Die Prüfkörper waren wie üblich ausgearbeitet und mit Ausnahme der Schleimhautseite poliert. Sie wurden in Polyäthylenbeutel eingebracht und im Sterivit-Verfahren mit Äthylenoxid sterilisiert. Nach der Sterilisation und ausreichendem Belüften wurden die Beutel mit den Prüfkörpern bis zu ihrer weiteren Verarbeitung versiegelt.

4. Testkeime

Als Testkeime wurden entsprechend den Richtlinien der DGHM Staph. aureus ATCC 6538, Escherichia coli ATCC 11229, Klebsiella und Proteus mirabilis verwendet.

5. Nährböden

Als Nährböden wurde für die Testkeime Staph. aureus und Escherichia coli ein einfacher Agar-Agarboden, für Klebsiella ein Endo-Agarboden und für Proteus mirabilis ein SS-Agarboden verwandt, da die Keime auf diesen am besten wuchsen. Die verwendeten Membranfilter wurden auf Blutagarböden ausgelegt.

V. Voruntersuchungen

In Voruntersuchungen ohne den Einsatz von Desinfektionsmitteln sollte zunächst geklärt werden, in welcher Zeit die Mehrzahl der Keime von den infizierten Prüfkörpern abgelöst und in die Spüllösung suspendiert werden. Durch diese quantitativen Untersuchungen kann dann bei Einsatz von desinfizierenden Mitteln die Zahl der in der Spülflüssigkeit überdauernden Keime als Parameter für die Effizienz eines chemischen Desinfektionsmittels gelten. Es mußte also zunächst eine Möglichkeit gefunden werden, die Ausgangskeimzahl auf den Prothesen festzustellen. Man kann zwar keine absoluten Werte erhalten, zumindest aber für die Intensität des Versuches ausreichende relative Werte.

1. Leerversuche

1.1. Methodik

Die Testkeime wurden für jeden einzelnen Versuchstag von 4 Agarplatten mit 4,0 - 4,5 ml Sojabrühe abgeschwemmt, in eine fünfte sterile Schale gegossen und gut gemischt (es wurde von vier Agarplatten abgeschwemmt, um eine gleichmäßige Keimzahl zu erreichen). Aus diesem Gemisch in der fünften Schale wurde 1 ml in 100 ml Kunstsputum (34) gegeben und gut durchgemischt. Zur Bestimmung der Ausgangskeimzahl wurden 0,5 ml des infizierten Kunstsputums in 4,5 ml sterile physiologische

Kochsalzlösung pipettiert, durchgemischt und wieder 0,5 ml in das nächste Verdünnungsröhrchen gegeben bis zu einem Verdünnungsgrad von 1 : 10^8, bezogen auf 100 ml Ausgangslösung.

Von den Verdünnungsstufen 1 : 10^5, 1 : 10^6, 1 : 10^7 wurde auf jeweils zwei vorgetrockneten Agarplatten o,1 ml Lösung mit einem sterilen, abgewinkelten Glashaken ausgespatelt zur Bestimmung der Ausgangskeimzahl.

Zu Versuchsbeginn wurden die sterilen Prothesensegmente 10 Minuten lang in das infizierte Kunstsputum nur eingelegt oder - wie bei den ersten Versuchen - mit Staphylokokken 10 Minuten lang beschallt, um dann eine erneute Keimzahlbestimmung auf die gleiche Art wie oben beschrieben vorzunehmen. Diese zusätzliche Beschallung während der 10 minütigen Infektionszeit sollte klären, ob durch Ultraschall die Infektion der Prothesensegmente verbessert würde. Wie sich jedoch später herausstellte (s. Tab. 1), ergaben sich keine nennenswerten Unterschiede zur Infektion durch einfaches Eintauchen der Prothesen, so daß auf Ultraschallanwendung bei den Versuchen mit den anderen Testkeimen verzichtet wurde.

Nach der 10 minütigen Infektion der Prothesensegmente durch einfaches Tauchen oder zusätzliche Beschallung wurden die Prothesen zum Abtropfen in eine sterile Schale 10 Minuten lang gelegt. Daran anschließend wurden die Prothesen in Bechergläsern mit 100 ml NaCl und 3 %iger Tween-80-Lösung 5 Minuten lang beschallt, dann der Lösung entnommen und in ein anderes Becherglas gegeben. Der gleiche Vorgang wurde noch zweimal wiederholt, so daß für jede Prothese vier Bechergläser verwendet wurden, die jeweils 5 Minuten lang beschallt worden waren (dabei wurde das Wasser des Ultraschallbades jeweils nach

Beschallung wegen der Erwärmung gewechselt). Die Prothesensegmente selbst waren also einer Ultraschallanwendung von 20 Minuten ausgesetzt.

Aus dem Becherglas, in dem die Prothese nach dem Abtropfen die ersten 5 Minuten beschallt worden war, wurden 0,7 ml der Lösung entnommen. Davon wurden jeweils 0,1 ml auf zwei getrockneten Agarplatten ausgespaltet, die restlichen 0,5 ml wurden in 4,5 ml sterila NaCl-Lösung pipettiert und durchgemischt. Hiervon wurden wieder 0,7 ml entnommen, jeweils 0,1 ml auf 2 neuen Agarplatten ausgespaltet und der Rest von 0,5 ml in das nächste Verdünnungsröhrchen gegeben. Dies geschah bis zu einem Verdünnungsgrad von $1 : 10^5$. Auf die gleiche Art wurde mit den drei anderen Bechergläsern verfahren, beim zweiten, in dem die Prothesen also die zweiten 5 Minuten beschallt worden waren, allerdings nur bis zu einem Verdünnungsgrad von $1 : 10^3$, beim dritten und vierten Glas sogar nur bis $1 : 10^2$.

Die vier x fünf Minuten lang beschallten Prothesensegmente wurden in 30 ml Sojabrühe 24 Stunden lang bebrütet, ebenso wie die zur Ausgangskeimzahlbestimmung und zur Keimzahlbestimmung nach Ultraschalleinwirkung überimpften Agarplatten.

Nach 24 Stunden wurde mit Hilfe der bebrüteten 30 ml Sojabrühe eine Keimartbestimmung vorgenommen; d.h. es wurde mit einer sterilen Öse etwas Brühe auf eine Agarplatte aufgebracht, die nochmals 24 Stunden bebrütet wurde. Dies diente dem Nachweis der Keimarten, mit denen gearbeitet worden war und gleichzeitig dem Nachweis, ob noch Keime an den beschallten Prothesen überdauert hatten.

Mit Hilfe der bebrüteten Platten wurde einmal die Ausgangskeimzahl des infizierten Kunstsputums pro Milliliter festgestellt, zum anderen die Keimzahlen pro Prothese (in 100 ml), die in die jeweils 5 Minuten lang beschallte Spüllösung übergetreten waren.

Auf diese Weise wurden mit dem Testkeim Staph. aureus 35 Prothesensegmente untersucht; davon galten die ersten 15 Prothesen als Probeversuche. Mit den übrigen drei Testkeimen wurden jeweils zehn Prothesen untersucht.

2. Nebenversuch

Während der Probeversuche mit den ersten 15 Prothesensegmenten tauchte bei der Auswertung zweier Versuchsreihen die Frage auf, ob Rhodanid, das als Kaliumrhodanid mit einer Menge von 0,100 g/l im Kunstsputum (34) enthalten ist, einen hemmenden Einfluß auf Bakterien im Speichel hat, wenn dieser länger steht. Denn die Ausgangskeimzahl der zweiten Versuchsreihe, bei der die Prothesen 2 Stunden später in dem gleichen Sputum infiziert wurden wie die erste Reihe, lag etwa ein Viertel niedriger als die erste. Aus diesem Grunde wurde zunächst ein Nebenversuch durchgeführt, der diese Frage klären sollte.

2.1 Methodik

Dazu wurden vier Bechergläser (I, II, III, IV) mit je 100 ml künstlichem Sputum und je 1 ml Bakterienlösung gefüllt. Dann wurde die Ausgangskeimzahl aller Gläser/ml bestimmt. Die Becher I und II wurden nur leicht geschüttelt und dann stehengelassen, während III und IV auf einem Rüttler kräftig durchgemischt wurden. Eine Keimzahlbestimmung pro ml Kunstsputum aller vier Gläser erfolgte jeweils nach 1, 2, 4 und 6 Stunden, n. z. nach oben beschriebenem Muster bis zu einem Verdünnungsgrad von $1 : 10^7$.

Tab.1

Auflistung der Leerversuchsergebnisse

a) Keimart: Staphylokokkus aureus ATCC 6538

Prothese Nr.	Ausgangskeimzahl pro ml Infektionsmedium i. Mill.	dto. mit Beschallung	Keimzahl pro Prothese (in 100ml) 0-5 Min.	5-10 Min.	10-15 Min.	15-20 Min.	Gesamtkeimzahl pro Prothese	Ausstrich aus Sojabouillon nach 24 Std. Bebrütung
15	78,8		31,8 Mill. 99,718 %	653 000 0,205 %	22 500 0,071 %	2 000 0,005%	32477500	+
16	78,8		32,5 Mill. 99,742 %	788 000 0,239 %	11 000 0,034%	/	32 299 000	+
17	80,0	121,3	48,8 Mill. 99,568%	150 800 0,308%	45 300 0,092%	15 500 0,032%	49 011 600	+
18	80,0	121,3	43,3 Mill. 99,635%	103 000 0,237%	32 800 0,075%	22 800 0,052%	43 458 000	+
19	176,8	175,5	32,0 Mill. 99,461 %	112 500 0,350%	39 000 0,121 %	22 000 0,068%	32173500	+
20	176,8	175,5	13,0 Mill. 99,399%	64 300 0,492%	10 000 0,075%	4 300 0,033%	13 078 600	+
21	65,0		23,75 Mill. 99,918%	18 500 0,078%	1 000 0,004%	/	23 769 500	+
22	65,0		16,75 Mill. 99,902 %	16 500 0,098%	/	/	16766 500	+
23	60,75		12,0 Mill. 99,888%	9 500 0,079%	2 000 0,017%	2 000 0,017%	12 013 500	+
24	60,75		12,0 Mill. 99,910%	10 750 0,090%	/	/	12 010 000	+

25	78,75	87,5	17,25 Mill. 99,805%	26250 0,152%	5500 0,032%	2000 0,012%	17283750	+
26	78,75	87,5	17,0 Mill. 99,382%	68750 0,402%	20750 0,121%	16250 0,095%	17105750	+
27	159,0		33,0 Mill. 99,876%	40000 0,121%	1000 0,003%	/	33041000	+
28	159,0		32,0 Mill. 99,925%	22000 0,069%	1000 0,003%	1000 0,003%	32024000	+
29	92,0	106,0	26,0 Mill. 99,797%	49000 0,188%	2500 0,010%	1500 0,006%	26053000	+
30	92,0	106,0	17,0 Mill. 99,803%	27000 0,159%	5000 0,029%	1500 0,009%	17033500	+
31	115,0	147,0	19,0 Mill. 99,505%	67000 0,351%	23000 0,120%	4800 0,025%	19094800	+
32	115,0	147,0	24,3 Mill. 99,766%	49500 0,203%	5000 0,021%	2500 0,010%	24357000	+
33	99,5		14,8 Mill. 99,576%	54000 0,363%	7000 0,047%	2000 0,013%	14863000	+
34	99,5		47,3 Mill 99,907%	40000 0,084%	2000 0,004%	2000 0,004%	47344000	+
35	103,5	143,5	42,8 Mill. 98,543%	68000 0,158%	35500 0,083%	14500 0,034%	42918000	+

Die Prozentzahlen geben die prozentualen Werte der in die Spülflüssigkeit übergetretenen Keime für die einzelnen Beschallzeiten in Bezug zur Gesamtkeimzahl pro Prothese wieder, die gleich 100% gesetzt wurde.

Tab.2 b) Keimart: Escherichia coli 11229

Prothese Nr	Ausgangskeimzahl pro ml Infektionsmedium i. Mill.	Keimzahl pro Prothese (in 100ml) 0–5 Min.	5–10 Min.	10–15 Min.	15–20 Min.	Gesamtkeimzahl pro Prothese	Ausstrich aus Sojabouillon nach 24 Std. Bebrütung
110	180,0	14,0 Mill. 99,897%	14 500 0,103%	/	/	14 014500	+
111	180,0	16,0 Mill. 99,844%	25 000 0,156%	/	/	16 025 000	+
112	180,0	18,0 Mill. 99,806%	33 000 0,183%	2000 0,011%	/	18 035 000	+
113	180,0	14,5 Mill. 99,842%	23 000 0,158%	/	/	14 523 000	+
114	160,0	16,0 Mill. 99,838%	25 000 0,156%	1 000 0,006%	/	16 026 000	+
115	160,0	15,5 Mill. 99,858%	19 000 0,122%	2 000 0,013%	1 000 0,006%	15 522 000	+
116	190,0	20,0 Mill. 99,878%	23 500 0,117%	1 000 0,005%	/	20 024 500	+
117	190,0	10,0 Mill. 99,855%	14 500 0,145%	/	/	10 014 500	+
118	190,0	23,5 Mill. 99,873%	30 000 0,127%	/	/	23 530 000	+
119	190,0	20,0 Mill. 99,890%	22 000 0,110%	/	/	20 022 000	+

Tab. 3

c) Keimart: Klebsiella

Prothese Nr.	Ausgangskeimzahl pro ml Infektionsmedium i. Mill.	Keimzahl pro Prothese (in 100 ml) 0–5 Min.	5–10 Min.	10–15 Min.	15–20 Min.	Gesamtkeimzahl pro Prothese	Ausstrich aus Sojabouillon nach 24 Std. Bebrütung
140	185,0	30,5 Mill. 99,849%	41 000 0,134 %	1 000 0,003%	/	30 546000	+
141	185,0	28,5 Mill. 99,867%	35 000 0,123 %	2000 0,007%	1 000 0,004%	28 538 000	+
142	185,0	32,0 Mill. 99,853%	45 000 0,140%	1000 0,003%	1 000	32 047 000	+
143	185,0	30,0 Mill. 99,843%	46 000 0,153%	1 000 0,003%	/	30 047 000	+
144	185,0	37,5 Mill. 99,877%	44 000 0,117%	1 000 0,003%	1 000 0,003%	37 546 000	+
145	185,0	23,5 Mill. 99,834%	38 000 0,161%	1000 0,004%	/	23 539 000	+
146	156,5	32,5 Mill. 99,862%	42 000 0,129 %	2 000 0,006%	1 000 0,003%	32 545 000	+
147	156,5	30,0 Mill. 99,873%	37 000 0,123 %	1 000 0,003%	/	30 038 000	+
148	156,5	28,5 Mill. 99,874%	35 500 0,124%	1 000 0,005%	/	28 536 500	+
149	156,5	33,0 Mill. 99,870%	40 500 0,123 %	1 500 0,005%	1 000 0,003	33 043 000	+

Tab. 4

d) Keimart: Proteus mirabilis 14153

Prothese Nr.	Ausgangskeimzahl pro ml Infektionsmedium i. Mill.	Keimzahl pro Prothese (in 100 ml)				Gesamtkeimzahl pro Prothese	Ausstrich aus Sojabouillon nach 24 Std. Bebrütung
		0–5 Min.	5–10 Min.	10–15 Min.	15–20 Min.		
184	170,0	35,5 Mill. 99,744 %	90 000 0,253%	1 000 0,003%	/	35 591 000	+
185	170,0	32,3 Mill. 99,741 %	80 000 0,247%	3000 0,009%	1 000 0,003%	32 384 000	+
186	170,0	28,0 Mill. 99,747 %	70 000 0,249%	1000 0,004%	/	28 071 000	+
187	170,0	34,0 Mill. 99,694%	100 000 0,293%	4 500 0,013 %	/	34 104 500	+
188	170,0	36,0 Mill. 99,672%	110 000 0,305%	6 300 0,017%	2 000 0,006%	36 118 300	+
189	170,0	42,5 Mill. 99,763%	100 000 0,235%	1000 0,002%	/	42 601 000	+
190	170,0	39,0 Mill. 99,760%	92 000 0,235%	2 000 0,005%	/	39 094 000	+
191	170,0	35,5 Mill. 99,728%	95 000 0,267%	1 000 0,003%	1 000 0,003%	35 597 000	+
192	170,0	40,8 Mill. 99,696%	120 000 0,293%	3500 0,009%	1 000 0,002%	40 924 500	+
193	170,0	36,0 Mill. 99,773%	80 000 0,223%	2 000 0,006%	/	36 082 000	+

Tab.5 Auflistung der Nebenversuchsergebnisse

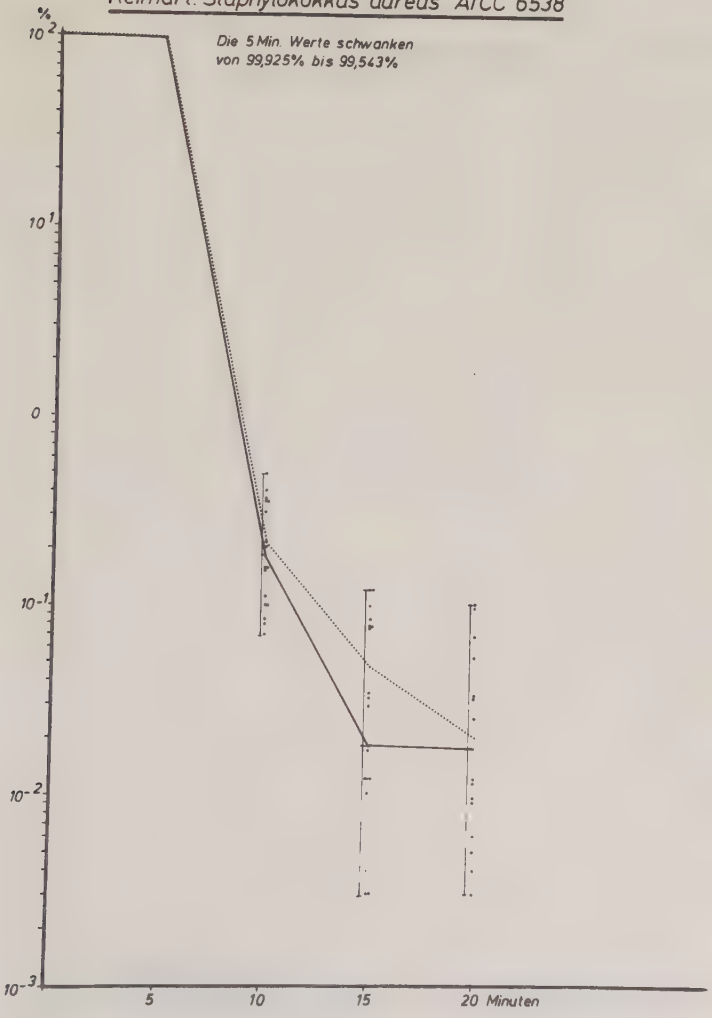
Zeit	Becher I	II	III	IV	Becher I	II	III	IV	Becher I	II	III	IV
0 Wert	356,8	591,0	361,0	346,5	492,5	435,5	637,0	628,8	80,5	130,0	112,0	83,5
nach 1 Stunde	414,8	549,5	391,3	231,5	547,0	481,0	557,5	445,5	118,25	138,75	119,5	72,25
nach 2 Stunden	494,5	371,8	440,3	463,8	605,8	425,3	455,3	629,0	77,0	115,25	97,5	75,25
nach 4 Stunden	494,8	636,8	347,3	276,5	522,5	593,0	565,5	553,8	118,5	149,5	113,75	63,75
nach 6 Stunden	413,8	471,0	284,5	374,3	562,5	551,5	570,3	615,0	113,0	140,75	115,0	78,75

Werte alle in Millionen

Zahl der im Ultraschallbad vom Prüfkörper abgespülten Keime

Abb.1

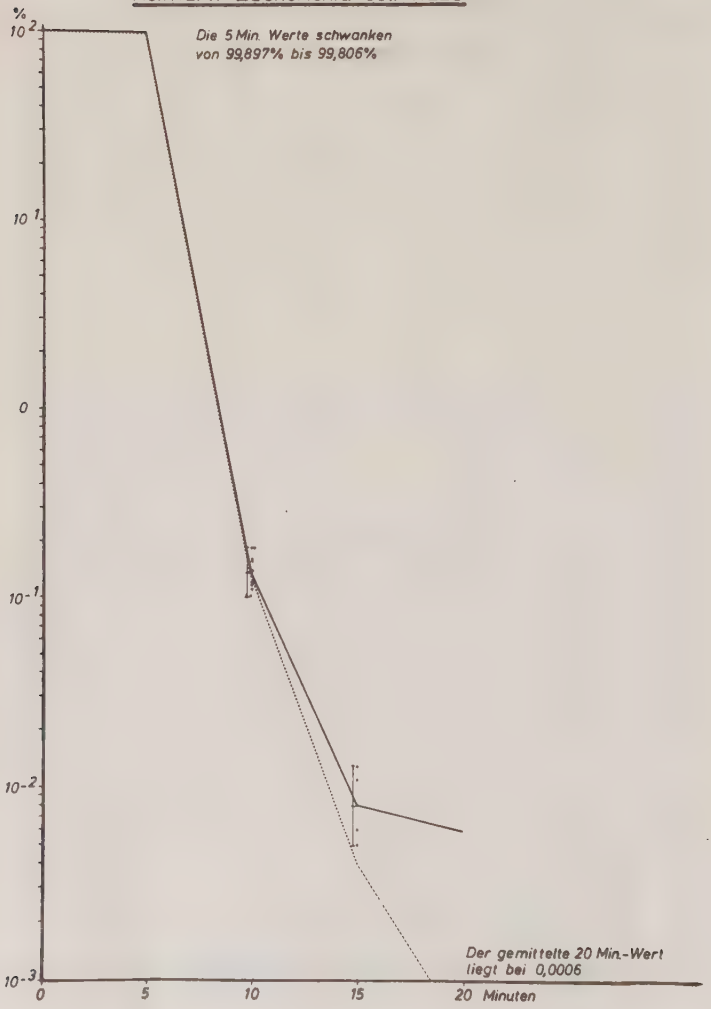
Keimart: Staphylokokkus aureus ATCC 6538



Zahl der im Ultraschallbad vom Prüfkörper abgespülten Keime

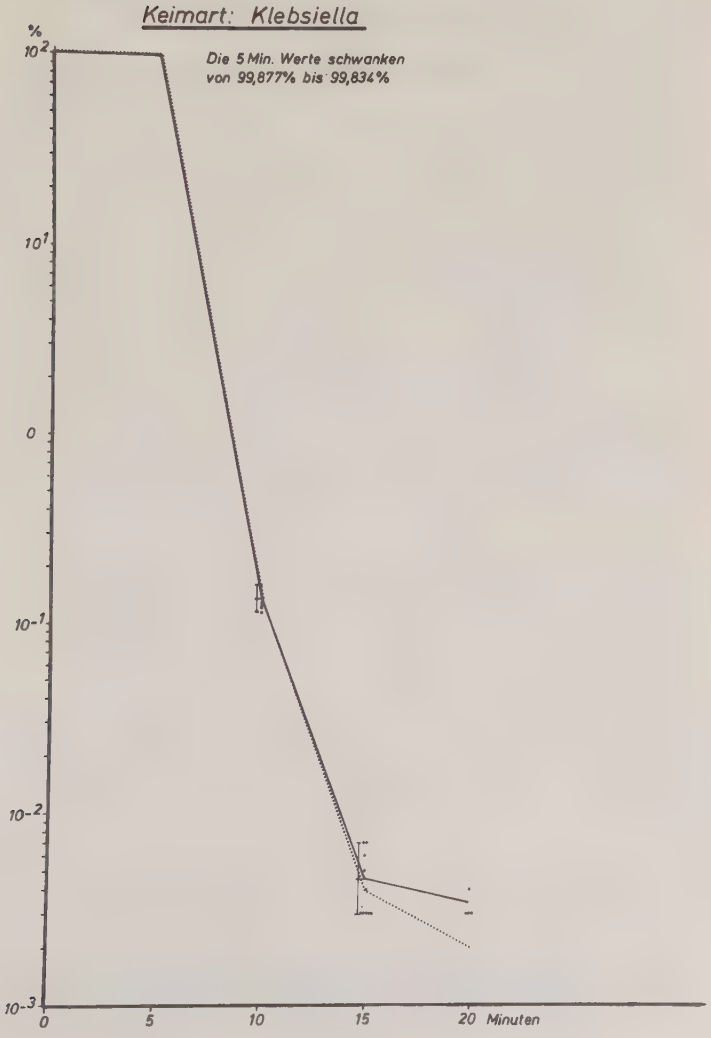
Abb.2

Keimart: Escherichia coli 11229



Zahl der im Ultraschallbad vom Prüfkörper abgespülten Keime

Abb.3



Zahl der im Ultraschallbad vom Prüfkörper abgespülten Keime

Abb.4

Keimart: Proteus mirabilis 14153

VI. Ergebnisse der Voruntersuchungen

1. Ergebnisse der Leerversuche

In den Tabellen 1 bis 4 sind die Ausgangskeimzahlen der Infektionslösungen, die Werte für die Keimzahlen nach 5, 10, 15 und 20 Minuten Beschallungszeit, sowie die Gesamtkeimzahlen aufgeführt, die sich aus den Werten nach 4 mal 5 minütiger Beschallung addieren. Diese Gesamtkeimzahlen wurden gleich 100 % gesetzt, da es nicht möglich ist, absolute Keimzahlen für die infizierten Prothesensegmente zu erhalten. Die Prozentzahlen in den Tabellen 1 bis 4 geben die prozentualen Werte der in die Spülflüssigkeit übergetretenen Keime für die einzelnen Beschallzeiten in bezug zu den Gesamtkeimzahlen an.

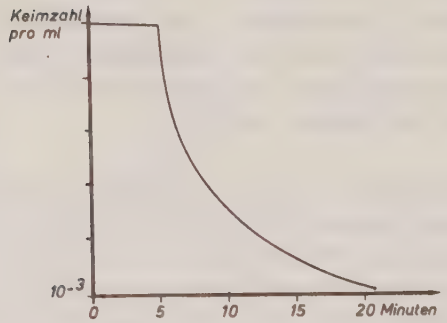
In den Abbildungen 1 bis 4 sind diese Werte einfach logarithmisch dargestellt, d.h. die Ordinate gibt die Keimzahlen pro ml für die einzelnen Beschallzeiten in % logarithmisch wieder, die Abszisse die 4 mal 5 Minuten-Werte linear. Die durchgezogene Kurve stellt die Verbindung der Mitten der Streuwerte für die einzelnen Beschallzeiten dar, die gepunktete gibt das arithmetische Mittel der einzelnen Werte wieder.

Wie die Tabellen und Abbildungen für die 4 Keimarten zeigen, wird die Mehrzahl der Keime in den ersten 5 Minuten vor den Prüfkörpern abgelöst und in die Spülflüssigkeit suspendiert. In diesen Versuchen bewegten sich die prozentualen 5 Minuten-Werte in bezug auf alle 4 Keimarten lediglich in einem

Bereich von 98,543 % - 99,91 %. Mit zunehmender Beschallungszeit nimmt die Keimsuspension exponentiell ab, so daß sich folgender ungefährer Kurvenverlauf ergibt (die exakten Werte und der Kurvenverlauf sind in den Abb. 1 - 4 dargestellt):

Abb. 5

Zahl der im Ultraschallbad vom Prüfkörper abgespülten Keime



Zu ähnlichen Ergebnissen sind auch ENGELHARDT und GRÜN in ihren quantitativen Untersuchungen gekommen (8).

Bei Einsatz von desinfizierenden Mitteln kann somit die Zahl der in der Spülflüssigkeit überdauernden Keime als Parameter für die Effizienz eines chemischen Desinfektionsmittels gelten. Damit ist die Möglichkeit einer quantitativen Bewertung gegeben.

Aus den Tabellen 1 bis 4 läßt sich weiterhin entnehmen, daß allein durch Ultraschallanwendung keine Desinfektion der Prothesensegmente möglich ist. Denn alle Nährbödenplatten wiesen erneutes Keimwachstum der jeweiligen Keimart auf, nachdem sie mit einem Ausstrich aus der 24 Stunden lang bebrüteten Sojabrühe versehen worden waren, in die die beschallten Prothesensegmente gelegt worden waren. Die Sojabrühen zeigten übrigens alle nach 24 Stunden Trübung, was auf die Anwesenheit von Keimen schließen läßt. Ultraschall bewirkt aber, da er die Ablösung und Auflösung von den Belägen an den Prothesen fördert, bei Einsatz von chemischen Desinfektionsmitteln eine Intensivierung der Desinfektion, wie in Kapitel I und II bereits erwähnt.

Beim Betrachten der durchgezogenen und gepunkteten Linien ergeben sich bis auf die vierte fünfminütige Beschallzeit bei Escherichia coli und Proteus mirabilis, bei denen der arithmetische Wert um etliches tiefer liegt als die Mitte der Streuwerte, keine signifikanten Unterschiede.

2. Ergebnisse der Nebenversuche

Die Nebenversuche, die klären sollten, ob Rhodanid, das als Kaliumrhodanid im künstlichen Speichel (34) enthalten ist, eine keimtötende Wirkung auf länger stehendes infiziertes Sputum hat, ergaben, daß dies nicht der Fall ist. Die Werte, die in der Tabelle 5 dargestellt sind, stimmen zwar nicht exakt überein, aber da keine Schwankungen in Höhe einer Zehnerpotenz auftreten, kann man bei der Größenordnung dieser Zahlen davon ausgehen, daß Rhodanid keinen keimtötenden Einfluß ausübt.

VII. Hauptuntersuchungen

Versuchsablauf:

Die Herstellung des infizierten Kunstsputums, die Infektion der sterilen Prothesensegmente und die Bestimmung der Ausgangskeimzahlen erfolgten auf die gleiche Art und Weise wie in Kapitel V, 1.1 beschrieben. Nach 10 minütigem Abtropfen der infizierten Prothesensegmente in sterilen Schalen wurden die Prothesen einer Desinfektionsmittellösung im Ultraschallbad verschiedener Desinfektionszeit (10, 15, 20 oder 30 Minuten) und unterschiedlicher Konzentration (0,1 ml, 0,25 ml, 0,5 ml, 1,0 ml, 1,5 ml und 2,0 ml pro 100 ml Aqua-dem ausgesetzt. Parallel dazu wurde zur Kontrolle ein infiziertes Prothesensegment in der gleichen Desinfektionszeit einer reinen NaCl und Tween-80-Lösung ausgesetzt, und aus dieser Lösung wurde dann eine Keimzahlbestimmung in den Verdünnungsgraden $1 : 10^4$, $1 : 10^5$ und $1 : 10^6$ vorgenommen.

Im Anschluß daran wurden beide Prothesensegmente noch einmal 5 Minuten in 100 ml NaCl und Tween-80-Lösung beschallt und eine Keimzahlbestimmung aus beiden Lösungen in den Verdünnungsgraden $1 : 10^1$, $1 : 10^2$ und $1 : 10^3$ durchgeführt.

Danach erfolgte die Verimpfung des Prüfkörpers, der dem Desinfektionsmittel ausgesetzt war, in Tween-Lecithin-Cystein-Histidin-Bouillon und die des Kontrollprüfkörpers in normaler Sojabouillon. Beide Brühen wurden nach 24 Stunden auf entsprechende Nährböden ausgestrichen und nach weiteren 24 Stunden abgelesen.

Die zuletzt 5 Minuten lang beschallte NaCl + Tween-80-Lösung wurde durch ein mit einem Zählraster versehenes Membranfilter gezogen, das mit einer Tween-Lecithin-Cystein-Histidin-Lösung nachgewaschen wurde, um das Wachstum der durch Desinfektionsmittelreste eventuell gehemmten Keime auf den Membranfiltern zu ermöglichen. Die Membranfilter wurden auf feste Nährböden zur Bebrütung ausgelegt, u. z. für Staph. aureus: Agarplatten, für Escherichia coli: Endo-Agarplatten und für Klebsiella und Proteus mirabilis: Blutagarplatten. Auf diese Weise konnte jeder einzelne nach der Desinfektion noch überlebende Keim erfaßt werden. Die Auszählung der angegangenen Keime erfolgte nach 24 Stunden.

Bei den letzten beiden Versuchsreihen mit Klebsiella und Proteus mirabilis wurde das Desinfektionsmittel mit 100 ml standardisiertem Bidest verdünnt und, nachdem nach der jeweiligen Beschallungszeit eine Keimzahlbestimmung durchgeführt worden war, ebenfalls durch ein Membranfilter gezogen, um zu eruieren, ob auch in dieser Lösung Keime überleben würden. Anschließend wurden die Prüfkörper, wie oben beschrieben, wieder in 100 ml NaCl + Tween 80 beschallt.

Tab. 6 Desinfektionsmittelprüfung im Ultraschallbad, Präparat: Formalin, Prüfkörper: Prothesensegmente, Infektionsmedium: Kunstputum

Keimart	Keimzahl/ml Infektions-medium in Mill.	Desinf.-Medium %	Keimzahl/100 ml NaCl-Tween 80 nach Desinfektion von (min) 15	20	30	Keimzahl auf Filter nach Desinfektion von 15	20	30	Ausstriche aus Bouillon nach Desinfektion von 15	20	30
Staph. aureus	99,5	0,5			0			0			-
	33,75	0,5	9.500			38			+		
	33,75	0,5	8.000			44			+		
	90,25	0,25	23.000			320			+		
	90,25	0,25	17.500			260			+		
	195,5	0,25			42.000			598			+
	42,75	1,0	8.500			35			+		
	42,75	1,0	9.000			39			+		
	62,25	1,5	12.500			13			+		
	62,25	1,5	7.000			8			+		
	44,25	0,5			0			0			-
	44,25	0,5			0			0			-
	44,25	1,0	12.000			14			+		
	44,25	1,0	11.500			12			+		
	99,0	1,5	14.000			22			+		
	99,0	1,5	13.000			24			+		
	99,0	1,0		10.500			104			+	
	99,0	1,0		13.000			98			+	
	72,0	1,0		12.500			73			+	
	72,0	1,0		11.500			84			+	
	72,0	0,5		16.000			Rasen			+	
	72,0	0,5		15.800			Rasen			+	
	72,0	1,0			0			0			-
	72,0	1,0			0			0			-
	72,0	1,5			0			0			-
	72,0	1,5			0			0			-
	80,0	1,5		9.000			32			+	
	80,0	1,5		7.500			27			+	
E. coli	80,0	0,25			0			0			-
	80,0	0,25			0			0			-
	80,0	0,5			0			0			-
	80,0	0,5			0			0			-
	150,0	0,1			2.000			17			+
	150,0	0,1			0			0			+
	230,0	0,25	2.000			9			+		
	230,0	0,25	8.000			17			+		
	230,0	0,5	2.000			3			+		
	230,0	0,5	4.000			10			+		

Tab. 7 Desinfektionsmittelprüfung im Ultraschallbad, Präparat: Formalin, Prüfkörper: Prothesensegmente, Infektionsmedium: Kunstputum

Keimart	Keimzahl/ml Infektions-medium in Mill.	Desinf.-Medium %	Keimzahl/100 ml Sta. Bidest + DM nach Desinf. v. (min) 15	30	Keimzahl auf Filter nach Desinf. von 15	30	Keimzahl/100 ml NaCl-Tween 80 nach Desinf. v. 15	30	Keimzahl auf Filter 15	30	Ausstriche aus Bouillon 15	30
Kleb-siella	455,0	0,5	3.000		55		1.000		8		+	
	455,0	0,5		0		0		0		0		-
	455,0	0,25	150.000		Rasen		20.000		25		+	
	455,0	0,25		0		0		0		0		-
	280,0	1,0	0		0		0		0		-	
	280,0	1,5	0		0		0		0		-	
	320,0	0,25		0		0		0		0		-
	320,0	0,5		0		0		0		0		-
	305,0	1,0	0		0		0		0		-	
	305,0	1,5	0		0		0		0		-	
	305,0	0,1		0		0		0		0		-
	305,0	0,1		0		0		0		0		-
	565,0	1,0	0		0		0		0		-	
	565,0	1,0	0		0		0		0		-	
	565,0	1,5	0		0		0		0		-	
	565,0	1,5	0		0		0		0		-	
	565,0	0,1		15.700		Rasen		3.000		12		+
	565,0	0,1		17.600		Rasen		1.000		14		+
Proteus	235,0	0,5	0		0		0		0		+	
	235,0	0,5	0		0		0		0		+	
	235,0	1,0	0		0		0		0		-	
	235,0	1,0	0		0		0		0		-	
	235,0	1,5	0		0		0		0		-	
	235,0	1,5	0		0		0		0		-	
	275,0	0,5		0		0		0		0		-
	275,0	0,5		0		0		0		0		-
	275,0	1,5	0		0		0		0		-	
	275,0	1,5	0		0		0		0		-	
	275,0	0,25		23.000		Rasen		4.000		23		+
	275,0	0,25		32.000		Rasen		5.500		28		+
	240,0	1,0		0		0		0		0		-
	144,0	1,5	0		[illegible]		[illegible]		0		-	
	144,0	1,5	0		[illegible]		[illegible]		0		-	
	144,0	0,5		0		0		0		0		-
	144,0	0,5		0		0		0		0		-
	168,0	1,0	0		0		0		0		-	
	168,0	1,0	0		0		0		0		-	
	195,0	1,0		0		0		0		0		-

Tab. 8 Desinfektionsmittelprüfung im Ultraschallbad, Präparat: Maranon, Prüfkörper: Prothesensegmente, Infektionsmedium: Kunstputum

Keimart	Keimzahl/ml Infektions-medium in Mill.	Desinf.-Medium %	Keimzahl/100 ml NaCl-Tween 80 nach Desinfektion von (min) 10	15	30	Keimzahl auf Filter nach Desinfektion von 10	15	30	Ausstriche aus Bouillon nach Desinfektion von 10	15	30
Staph. aureus	39,0	0,5		0			0			-	
	39,0	1,0		0			0			-	
	26,0	0,5		0			0			-	
	26,0	0,5		0			0			-	
	49,0	1,0		0			0			-	
	49,0	1,0		0			0			-	
	58,0	0,25		5.000			13			+	
	58,0	0,25		4.000			14			+	
	62,0	0,25		1.000	1.000			3			+
	62,0	0,25			2.000			4			+
	125,0	0,25			1.000			0			-
	125,0	0,25			1.000			0			-
	160,0	0,5		0			0			-	
	160,0	1,0		0			0			-	
	300,0	0,5		0			0			-	
	300,0	0,5		0			0			-	
	285,0	1,0		0			0			-	
	285,0	1,0		0			0			-	
	320,0	1,5	2.000			Rasen			+		
	320,0	1,5	1.000			Rasen			+		

Tab. 9 Desinfektionsmittelprüfung im Ultraschallbad, Präparat: Phenol, Prüfkörper: Prothesensegmente, Infektionsmedium: Kunstputum

Keimart	Keimzahl/ml Infektions-medium in Mill.	Desinf.-Medium %	Keimzahl/100 ml NaCl-Tween 80 nach Desinfektion von (min) 15	30	Keimzahl auf Filter nach Desinfektion von 15	30	Ausstriche aus Bouillon nach Desinfektion von 15	30
Staph. aureus	29,5	0,5		11.500		27		+
	29,5	0,5		10.500		18		+
	29,5	1,0		3.500		12		+
	29,5	1,0		5.000		13		+
	98,5	1,5		0		0		-
	98,5	1,5		0		0		-
	98,5	2,0		0		0		-
	98,5	2,0		0		0		-
	110,5	1,5	0		0		-	
	110,5	1,5	0		0		-	
	110,5	2,0	0		0		-	
	110,5	2,0	0		0		-	
	37,0	1,5	0		0		-	
	37,0	1,5	0		0		-	
	37,0	2,0	0		0		-	
	37,0	2,0	0		0		-	
	29,5	1,5		0		0		-
	29,5	1,5		0		0		-
	35,0	2,0		0		0		-
	35,0	2,0		0		0		-
	39,0	1,5	0		0		-	
	39,0	1,5	0		0		-	
	45,0	2,0	0		0		-	
	45,0	2,0	0		0		-	
E. coli	80,0	0,25		22.500		35		+
	80,0	0,25		24.900		40		+
	100,0	0,5		0		0		-
	100,0	0,5		0		0		-
	150,0	0,1		33.500		Rasen		+
	150,0	0,1		27.000		345		+
	230,0	0,25	10.000		Rasen		+	
	230,0	0,25	16.000		Rasen		+	
	215,0	0,5	10.000		49		+	
	215,0	0,5	8.000		32		+	

Tab. 10 Desinfektionsmittelprüfung im Ultraschallbad, Präparat: Phenol, Prüfkörper: Prothesensegmente, Infektionsmedium: Kunstputum

Keimart	Keimzahl/ml Infektions-medium in Mill.	Desinf.-Medium %	Keimzahl/100 ml Sta. Bidest + DM nach Desinf. v.(min) 15	30	Keimzahl auf Filter nach Desinf. von 15	30	Keimzahl/100 ml NaCl-Tween 80 nach Desinf. v. 15	30	Keimzahl auf Filter 15	30	Ausstriche aus Bouillon 15	30
Kleb-siella	455,0	0,25	150.000		Rasen		21.000		350		+	
	455,0	0,25		120.000		Rasen		2.000		180		+
	455,0	0,5	10.400		48		2.000		7		+	
	455,0	0,5		0		0		0		0		-
	280,0	1,0		0		0		0		0		-
	280,0	1,5		0		0		0		0		-
	320,0	0,25		130.000		Rasen		2.000		96		+
	320,0	0,5		0		0		0		0		-
	305,0	1,0	0		0		0		0		-	
	305,0	1,5	0		0		0		0		-	
	280,0	0,1		180.000		Rasen		13.000		47		+
	280,0	0,1		190.000		Rasen		11.000		35		+
	565,0	1,0	0		0		0		0		-	
	565,0	1,0	0		0		0		0		-	
	480,0	1,5	0		0		0		0		-	
	480,0	1,5	0		0		0		0		-	
Proteus	235,0	0,5	0		0		0		0		+	
	235,0	0,5	0		0		0		0		+	
	205,0	1,0	0		0		0		0		+	
	205,0	1,0	0		0		0		0		+	
	218,0	1,5	0		17		1.000		3		+	
	218,0	1,5	0		19		2.000		4		+	
	275,0	0,5		0		0		0		0		-
	275,0	0,5		0		0		0		0		-
	275,0	1,5	0		8		1.000		3		+	
	275,0	1,5	0		9		1.000		4		+	
	275,0	0,25		35.000		Rasen		8.000		17		+
	235,0	1,0		0		0		0		0		-
	144,0	1,0	0		135		3.000		9		+	
	144,0	1,0	0		17		4.000		15		+	
	180,0	0,5		0		0		0		0		-
	180,0	0,5		0		0		0		0		-
	195,0	1,0		0		0		0		0		-

Tab. 11 Zusammenfassung aus Tab. 6,
Desinfektionsmittel: Formalin
Keimart: Staph. aureus

Konz. / Zeit	0,25 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %
15 min.	++	++	++++	++++
20 min.		++	++++	++
30 min.	+	---	--	--

Tab. 12 Zusammenfassung aus Tab. 9,
Desinfektionsmittel: Phenol
Keimart: Staph. aureus

Konz. / Zeit	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %
15 min.			---- --	---- --
30 min.	++	++	----	----

Tab. 13 Zusammenfassung aus Tab. 8,
Desinfektionsmittel: Maranon
Keimart: Staph. aureus

Konz. / Zeit	0,25 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %
10 min.				++
15 min.	++	---- --	---	
30 min.	++--			

Tab. 14 Zusammenfassung aus Tab. 6,
Desinfektionsmittel: Formalin
Keimart: E. coli ATCC 11229

Konz. / Zeit	0,1 %	0,25 %	0,5 %
15 min.		++	++
30 min.	++	--	--

Tab. 15 Zusammenfassung aus Tab. 9
Desinfektionsmittel: Phenol
Keimart: E. coli

Konz. / Zeit	0,1 %	0,25 %	0,5 %
15 min.		++	++
30 min.	++	++	--

Tab. 16 Zusammenfassung aus Tab. 7,
Desinfektionsmittel: Formalin
Keimart: Klebsiella

Konz. / Zeit	0,1 %	0,25 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %
15 min.		+	+	----	----
30 min.	--++	--	--		

Tab. 17 Zusammenfassung aus Tab. 10,
Desinfektionsmittel: Phenol
Keimart: Klebsiella

Konz. / Zeit	0,1 %	0,25 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %
15 min.		+	+	----	----
30 min.	++	++	--		

Tab. 18 Zusammenfassung aus Tab. 7,
Desinfektionsmittel: Formalin
Keimart: Proteus

Konz. / Zeit	0,25 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %
15 min.		++	--	---
30 min.	++	----	--	

Tab. 19 Zusammenfassung aus Tab. 10,
Desinfektionsmittel: Phenol
Keimart: Proteus

Konz. / Zeit	0,25 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %
15 min.		++	++++	++++
30 min.	+	----	--	

Tab. 20 Mindesteinwirkungszeiten (min.) im Ultraschallbad,
Infektionsmedien: Kunstputum
Prüfkörper: Prothesensegmente

Desinfektionsmittel		Mindesteinwirkungszeiten (min) für Testkeime			
		Staph. aureus	E. coli	Klebsiella	Proteus
Formalin	0,25 %	30	30	30	30
	0,5 %	30		30	30
	1,0 %	30		15	15
Phenol	0,5 %	30	30	30	15
	1,0 %	30		15	15
	1,5 %	15		15	
	2,0 %	15			
Maranon	0,25 %	30			
	0,5 %	15			
	1,0 %	15			

VIII. Ergebnisse der Hauptuntersuchungen

In den Tabellen 6 bis 10 sind die Einzelergebnisse für die Präparate Formalin, Phenol und Maranon dargestellt, u. z. die Ausgangskeimzahlen der Infektionslösungen, die Keimzahlen der NaCl-Tween-80-Lösungen nach letztem 5-minütigen Beschallen, die Keimzahlen auf den Membranfiltern nach 24 stündiger Bebrütung und schließlich die Bewertung der Nährbödenplatten, die mit einem Ausstrich aus der Tween-Lecithin-Cystein-Histidin-Bouillon versehen worden waren, nachdem die infizierten Prothesensegmente in ihnen 24 Stunden lang bebrütet worden waren.

In den Tabellen 7 und 10 sind zusätzlich die Keimzahlen der Desinfektionsmittellösung und die Keimzahlen auf den Membranfiltern dargestellt, durch die die Desinfektionsmittellösung gefiltert wurde.

Die Tabellen 11 - 19 geben dann die Einzelauflistung aus den Tabellen 6 - 10 wieder, und zwar getrennt nach den benutzten Keimarten und Desinfektionsmitteln. Die Zeichen + und - geben dabei - wie auch in den Tabellen 6 - 10 - die Bewertung der Ausstriche aus den Bouillon-Brühen wieder. Plus bedeutet, daß auf den Nährböden erneutes Keimwachstum zu konstatieren war, Minus das Gegenteil.

Die Tabelle 20 stellt dann schließlich eine Zusammenfassung der Einzelergebnisse der Tabellen 6 - 10 und der Einzelauflistung der Tabellen 11 - 19 dar. In ihr sind die Mindesteinwirkungszeiten für jedes der geprüften Desinfektionsmittel angegeben.

Die Keimzahlen, die in den Tabellen 7 - 10 als Einzelergebnisse für die Präparate Formalin, Phenol und Maranon dargestellt und aus den Desinfektionslösungen bzw. der NaCl-Tween-80-Spüllösung und durch die Membranfilter ermittelt sind, ermöglichen eine quantitative Aussage über die Wirksamkeit der einzelnen Präparate. Die Bebrütung der Prüfkörper nach Ablauf der Desinfektionszeit in Bouillon führt dagegen nur zu einer qualitativen Aussage. Aus ihr sind keine Rückschlüsse möglich, ob ein Desinfektionsmittel völlig wirkungslos ist oder ob nur einzelne Keime überleben. Dies zeigen auch die Tabellen 7-10, wo die bebrüteten Bouillon-Lösungen Trübungen aufwiesen und die Ausstriche aus ihnen positiv waren, obwohl auf den Nährbödenplatten keine Keimzahlen aus den Desinfektionslösungen bzw. NaCl-Tween 80-Lösungen und keine Keimzahlen auf den Filtern auszuzählen waren.

Weiterhin zeigen die Tabellen aber auch, daß die Ausstriche aus den bebrüteten Bouillon-Lösungen immer positiv waren, was auf das Vorhandensein von Keimen weist, wenn die Keimzahlbestimmungen der untersuchten Lösungen und die Membranfilter Keime aufwiesen. Auch ergab sich, daß auf den Membranfiltern und der NaCl-Spüllösung noch Keimwachstum zu konstatieren war, obwohl die Keimzahlbestimmung aus der Desinfektionsmittellösung keine Keime aufwies.

Weiter kann beim Vergleich der Tabellen 6 und 9 einerseits und den Tabellen 7 und 10 andererseits festgestellt werden, daß, wenn die Ausstriche aus den Brühen negativ waren, keine Keime aus den beschallten Desinfektionsmittellösungen ausgebrütet werden konnten. Dies würde bedeuten, daß entweder die Konzentration des Desinfektionsmittels hoch genug oder die Beschallungszeit ausreichend lange genug war.

Die Zusammenfassungen in den Tabellen 11 - 19 ergeben dann, daß die einzelnen Keimarten eine unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber den getesteten Desinfektionsmitteln zeigen. So beweist z. B. die Tabelle 11, daß 30 Minuten Beschallung der Prüfkörper in einer 0,5 %igen Formalinlösung ausreicht, keine Staphylokokken in der NaCl-Tween 80-Spüllösung und auf den Membranfiltern auszählen zu können, während bei einer Erhöhung der Konzentration auf das zwei- bzw. dreifache bei gleichzeitiger Verminderung der Beschallungszeit auf um ein Drittel bzw. die Hälfte Keimwachstum erfolgt. Dagegen zeigt die Tabelle 12, daß 0,5 % Konzentration des Desinfektionsmittels Phenol und 30 Minuten Beschallung nicht ausreichen, Staphylokokken abzutöten, wohl aber bei Phenol bei Erhöhung der Konzentration auf das Dreifache eine Halbierung der Beschallungszeit erfolgen kann.

Das günstigste Ergebnis wurde mit dem Chlorpräparat Maranon erreicht. Hier reichten 15 Minuten Beschallungszeit bei einer Konzentration von 0,5 % (Tab. 13). Wenn man davon ausgeht, daß Staphylokokken die wohl resistentesten der vier untersuchten Keimarten sind (die Tabellen 14 - 20 zeigen, daß bei den anderen drei Keimarten in vielen Fällen die Konzentration niedriger bzw. die Beschallungszeit

kürzer gewählt werden kann, aber nie höher bzw. länger) kann man das Desinfektionsmittel Maranon am ehesten empfehlen, denn sowohl eine 15 minütige Beschallungszeit als auch eine Konzentration von 0,5 % sind für die tägliche Praxis wohl vertretbar. Nachzuprüfen wäre allerdings, ob nicht trotz der niedrigen Konzentration eine bleichende Wirkung durch Chlor an den Prothesen zu beobachten sei.

Auf die Darstellung der Einzelergebnisse der Kontrollgruppen, d.h. der Versuche ohne Einsatz von Desinfektionsmitteln, wurde verzichtet, da die Keimzahlen der Auszählung aus der NaCl-Tween-80-Spüllösung im Bereich mehrerer Zehnerpotenzen lagen und auf den Membranfiltern in fast allen Fällen soviele Keime sich befanden, daß sie nicht ausgezählt werden konnten und man nur die Bewertung "Rasen" feststellen konnte.

IX. Diskussion

Ziel der Untersuchungen war abzuklären, mit welchen Desinfektionsmitteln, in welcher Konzentration und mit welcher Beschallungszeit im Ultraschallbad im Laborversuch eine Desinfektion von künstlich infizierten Prothesensegmenten zu erzielen ist. Dabei bestand die Forderung, erstens eine der Praxis angemessene Ultraschalleinwirkung von maximal 30 Minuten nicht zu überschreiten und zweitens die Konzentration des Desinfektionsmittels so zu wählen, daß für den Patienten keine Schleimhaut- und Geschmacksirritationen und für den Prothesenwerkstoff keine Alterationen in bezug auf Struktur, Oberfläche, chemische Zusammensetzung und damit Alterung und mechanische Belastbarkeit, Elastizität, Härte und Korrosionsfestigkeit auftreten. Denn eine Desinfektion sollte nicht auf Kosten einer Qualitätsminderung des verwendeten Werkstoffes erkauft werden, da eine veränderte Oberfläche einer verstärkten Keimbesiedlung Vorschub leisten würde.

Diese im Laborversuch erzielten Ergebnisse müssen dann im klinischen Versuch an getragenem Zahnersatz, der den verschiedensten "Umweltbedingungen" ausgesetzt ist, überprüft werden, um eine mögliche Keimverschleppung im Rahmen zahnärztlicher Behandlungsmaßnahmen einzuschränken.

Die unbestreitbare Forderung nach Unterbrechung der Infektketten über das Medium Prothese, wie in Kapitel I bereits dargestellt, wird durch Zahlen der Krankheitsstatistiken (45) nachdrücklich unterstützt. Die Zahlen

für zwei meldepflichtige Infektionskrankheiten, Tuberkulose und Hepatitis infektiosa, sprechen für sich:

1973: 3.860 Menschen starben an Tuberkulose,
3.109 an Tuberkulose der Atmungsorgane

1974: 36.551 Neuerkrankungen an Tuberkulose, davon
31.068 der Atmungsorgane, bei einem Bestand von
109.840 Tuberkulosekranken, von denen
91.826 Tuberkulose der Atmungsorgane haben.

1975: 20.942 Erkrankungen an Hepatitis infektiosa.

Dabei kommt der Hepatitis infektiosa eine immer stärkere Bedeutung zu; sie wird immer mehr zur wichtigsten Seuche unserer Zeit. Vor allem die Virus B-Hepatitis hängt wie ein Damoklesschwert über aller Technisierung in der Medizin und auch der Zahnmedizin. Denn wie kaum ein anderer Arzt kommt der Zahnarzt mit Blut und Speichel - bei Virusträgern ist der Speichel zu 80 % mit dem Virus kontaminiert - vieler Menschen in Kontakt. So berichtet T. LAMMERS (29), daß eine Fragebogenaktion der Zahnärztekammer Nordrhein ergab, daß bereits 1970/71 bei den berufstätigen männlichen Zahnärzten 12,53 % und bei den weiblichen 10,44 % von der Virus-Hepatitis befallen seien. Nach Abzug der Fehlerbreite einer Umfrage vermutet LAMMERS eine Kontaminationsrate von etwa 6,7 % Befall von Virus-Hepatitis bei deutschen Zahnärzten, ein Prozentsatz, der den amerikanischen Zahlen in etwa entspricht. Die Durchschnittskontaminationsrate der deutschen Bevölkerung liegt jedoch wesentlich niedriger (6 - 30fach) (25). Die Infektion des Zahnarztes und auch seiner Mitarbeiter kann dabei durch Tropfeninfektion (Turbine), Schmierinfektion (Finger - Hand), Inoculation (Instrument) und auch durch Zahnersatzarbeiten erfolgen, denn 5 - 10 % aller Zahnarztpatienten sind Träger des HBsAg und damit Virusträger.

Wie wichtig auch eine Desinfektion von Zahnersatzarbeiten ist, wird deutlich an dem Fall eines Zahnarztes, der 1977 an einer akuten Virus-Hepatitis B erkrankte (25). Dieser menschlich und beruflich tragische Erkrankungsfall endete schließlich durch Beschluß des zuständigen Regierungspräsidenten vom 3. 1. 1978 gemäß § 38 Abs. 1 BSG mit einem Berufsausübungsverbot. Aus diesen Gründen wird seit einiger Zeit in der ärztlichen und zahnärztlichen Presse ein Berufsausübungsverbot für Ärzte und Zahnärzte bei ungünstiger Hepatitis-B-Serologie diskutiert (25,26). Denn jeder in der zahnärztlichen Praxis Tätige und die Patienten kommen als potentieller Keimträger oder -empfänger infrage.

In den Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß die in Zahl, Pathogenität und Empfindlichkeit gegenüber Desinfektionsmitteln unterschiedlichsten "Prothesenbewohner" durch eine Behandlung im Ultraschallbad bei genügender Desinfektionszeit und ausreichender Konzentration des Desinfektionsmittels in zufriedenstellendem Maße reduziert werden können. Wirkungsweise und Wirksamkeit gegen die verschiedenen Bakterienarten variieren unter den einzelnen Desinfizienten. Die Forderung nach bakterieller Wirksamkeit gegen alle auf dem Zahnersatz vorhandenen Keime läßt sich nur in einem Teil der Ergebnisse verwirklichen und ist de facto nur durch eine Sterilisation, die in der Praxis jedoch nicht durchführbar ist, zu erfüllen. Daher beinhaltet eine Desinfektion immer gewisse Unsicherheiten, die sich aber massiv durch die Wahl der richtigen Konzentration der Desinfektionslösung und der richtigen Desinfektionszeit verringern lassen.

Zu berücksichtigen ist auch, daß nicht nur die Pathogenität, sondern auch die Anzahl der Keime einen wesentlichen Faktor beim Infektionsrisiko darstellt, der durch eine Desinfektion, wenn sie auch nicht alle Keime erfaßt, entscheidend beeinflußt wird.

Bei der Wahl des Desinfektionsmittels muß neben der Verträglichkeit und Unschädlichkeit für den Patienten auch die für den Prothesenkunststoff berücksichtigt werden. Zum ersteren ist zu sagen, daß bisher keine negativen Wirkungen beobachtet werden konnten (8). Es kam weder zu einer Schleimhaut- noch zu einer Geschmacks- oder Geruchsirritation. In diesem Zusammenhang ist weiter zu überlegen, ob die Desinfektionsmittel nicht nur keine negativen Wirkungen auf die Schleimhaut des Prothesenlagers ausüben, sondern ob nicht durch die Präparate selbst oder über die erfolgte Keimreduktion auf den Zahnersatz ein positiver Effekt auf die Schleimhaut zu erzielen ist. Andererseits könnten entzündliche Erscheinungen im Sinne einer Stomatitis prothetika durch eine (4, 23, 27) Keimverminderung an der Prothesenbasis günstig beeinflußt werden. Dazu wäre aber eine wiederholte Desinfektion erforderlich, die weitere Probleme mit sich bringt.

Interessant ist dabei auch die Frage, ob durch eine häufige Desinfektion, ähnlich wie bei einer wiederholten Hände-Desinfektion, eine kontinuierliche Reduktion der Ausgangskeimzahl zu erreichen ist, so daß, obwohl die Prothese immer wieder in das hochkontaminierte Milieu des Mundes eingeführt wird, eine länger dauernde Keimverminderung auf der Prothesenoberfläche nachweisbar ist.

Bei allem Einsatz von Desinfektionsmitteln muß aber das Verhalten des Prothesenwerkstoffes beachtet werden. Man kann mit Sicherheit sagen, daß eine einmalige Desinfektion mit Mitteln der geprüften Stoffgruppen den verschiedenen Werkstoffen, sei es z. B. Polymethylakrylat, Chrom-Kobalt-Legierung oder Goldlegierungen, nicht schadet. Die Frage erhebt sich nur, ob bei mehrfacher oder sogar häufiger Desinfektion nicht Veränderungen auftreten können.

Andererseits bietet eine Desinfektion hinsichtlich des Prothesenkunststoffes neue Aspekte in bezug auf Alterung und Korrosion des Zahnersatzmaterials in Anbetracht der Untersuchungsergebnisse von ENGELHARDT

Die Mikroorganismen, die sich des Prothesenkunststoffes als Nahrungsquelle bedienen, werden durch die Behandlung mit bakteriziden Spüllösungen möglicherweise dezimiert und somit ein circulus vitiosus unterbrochen. Der Kreislauf von Oberflächenrauhigkeit, Keimbesiedlung, mikrobieller Korrosion, vermehrter Rauhigkeit, weiterer Bakterienansiedlung und so weiter könnte, wenn nicht zum Stillstand, so doch zur Verlangsamung gebracht werden. Dies wäre den Materialeigenschaften sicher förderlich und könnte den natürlichen Alterungsvorgang des Prothesenwerkstoffes verzögern, was sowohl im Interesse des Patienten als auch dem des Zahnarztes liegt.

Die altersbedingten Veränderungen der Prothesenwerkstoffe scheinen der Desinfektion allerdings Schranken zu setzen (19), wobei es dahingestellt sein mag, welche Faktoren alle eine wesentliche Rolle spielen. Daraus kann und muß man mehrere Schlußfolgerungen ziehen. Zunächst muß die Forderung nach einer gründlichen Prothesenhygiene seitens der Patienten unterstrichen werden (3). Die Forderung

BÖTTGERs nach einer täglichen Bürstenreinigung und damit Repolitur kann sicherlich dazu beitragen, die Belagbildung und Keimbesiedlung zwar nicht zu verhindern, so doch wesentlich ungünstigere Lebensbedingungen für die Mikroorganismen zu schaffen.

Andererseits sollte auch der Zahnarzt und der Zahntechniker darauf Wert legen, qualitativ hochwertige Prothesenwerkstoffe in den Mund des Patienten einzubringen, die allerdings auch sachgerecht verarbeitet sein müssen. Dazu gehört u.a. die Vermeidung von unnötigen Retentionsstellen, die sich beim Zusammenfügen von Kunststoff und Metall nicht immer ganz vermeiden lassen, und von Porositäten, sowie eine tadellose Hochglanzpolitur. Wünschenswert wäre es natürlich, mit Werkstoffen, d. h. Kunststoffen, zu arbeiten, die einer Desinfektion leichter zugänglich gemacht werden können.

Zu den drei getesteten Desinfektionsmitteln ist zu sagen, daß sie in vielen Untersuchungen auch zur Desinfektion gegen Hepatitis-Viren eingesetzt und geprüft worden sind (6, 20, 47). CHAMBERS kam dabei zu dem Ergebnis, daß 3,25 ppm freies Chlor bei einer Einwirkungszeit von 30 Minuten Hepatitis-Viren abtöten soll. THRAENHART, KUWERT und Mitarbeiter kommen zu guten Ergebnissen bei Desinfektion von Hepatitis-Viren durch 5 %ige Gigasept-Behandlung, einem Präparat auf Aldehyd-Basis. In Anbetracht der ernsten Gefahr der Hepatitis-Erkrankung für den Zahnarzt, seine Mitarbeiter, Patienten und den Zahntechniker bieten sich bei Einsatz von nicht nur bakteriziden, sondern auch viruziden Desinfektionsmitteln neue Möglichkeiten, diese Gefahr abzuschwächen.

Trotz der dargestellten Möglichkeiten einer Desinfektion sollte aber dennoch die Forderung Gültigkeit behalten, Zahnersatz in regelmäßigen, wenn auch individuell verschiedenen Zeitabständen zu erneuern, da das Haften von Bakterienrasen von der Oberflächenrauhigkeit des Kunststoffes abhängt und diese selbst unter optimalen Voraussetzungen werkstoffbedingt mit zunehmendem Alter größer wird.

X. Zusammenfassung

Die experimentellen Untersuchungen im Laborversuch an sterilen Prothesensegmenten haben ergeben, daß eine Prothesendesinfektion mit Hilfe chemischer Desinfektionsmittel möglich ist. So ist es Zahnarzt und Zahntechniker möglich zu verhindern, daß über das Medium Prothese eine Infektionsquelle, aber auch ein Keimreservoir fakultativ und obligat pathogener Keime in die Mundhöhle des Patienten eingebracht wird. Dazu benötigt man lediglich ein Ultraschallgerät, das zur Routineausrüstung einer jeden Praxis und eines jeden Labors gehört, sowie ein chemisches Desinfektionsmittel. Bislang stellte die relativ lange Desinfektionszeit ein Problem dar; doch konnten in diesen Untersuchungen gute Ergebnisse mit dem Präparat Maranon erreicht werden. Sowohl die Desinfektionszeit von 15 Minuten als auch eine Konzentration von 0,5 % können als akzeptabel bezeichnet werden, ebenso die Desinfektion mit Formalin, obwohl die Desinfektionszeit hier doppelt so lange beträgt. Eine Erhöhung der Konzentration hat sich in diesen Versuchen als nicht wirkungsvoll erwiesen, da keine signifikante Steigerung der Bakterizidie auftritt und zum anderen dann die Gefahr von Alterationen am Prothesenkunststoff und von Schleimhautirritationen, Geschmacks- und Geruchsbeeinträchtigungen beim Patienten besteht. Was das Problem einer wiederholten Desinfektion angeht, so ist darüber im vorigen Kapitel diskutiert worden.

Zu untersuchen wäre allerdings, ob sich diese im Laborversuch an sterilen Prothesensegmenten erzielten Ergebnisse auch an klinisch getragenem Zahnersatz wiederholen lassen.

Sicherlich bedeutet eine Prothesendesinfektion einen Mehraufwand an Arbeit in der Praxis und im Labor, doch sollte im Rahmen der allgemeinen Hygiene auch die Prothesendesinfektion eine ihrer Wichtigkeit gemäße Anwendung und Beachtung finden.

XI. Literaturverzeichnis

1. BAHN, A.N., MICHALSEN, R.C. — Additio of bacteriostatic agents to acrylic resins. J. prosth. Dent. 11,237 (1961)

2. BAWENDI, B., SCHAAL, K.-P., THINGO, M.-E. — Die Keimretention und Keimpenetration an Prüfkörpern und Gaumenplatten aus Paladon 65 ® und Palapress ® in Abhängigkeit von der Verarbeitung. Dtsch. zahnärztl. Z. 30,157 (1975)

3. BÖTTGER, H. — Prothesenhygiene. Dtsch. zahnärztl. Z. 18,976 (1963)

4. BÖTTGER, H. — Schleimhautschädigungen, die unter dem Einfluß von Prothesen auftreten können. Zahnärztl. Prothetik (1967) Hrsg. Böttger, H., Barth, Leipzig

5. BURTON, W.E. — Changing Requirements for Sterilization. J. prosth. Dent 14,127 (1964)

6. CHAMBERS, C.W. — Chlorination for the control of bacteria and viruses in treatment plant effluents. J. Water Poll. Con. Fed. 43 (1971) 228 - 241

7. ELSS, S., PRZYBOROWSKI, R. — Ein Beitrag zum Problem der bakteriellen Besiedlung von Kunststoffprothesen. Dtsch. Stomat. 19,272 (1969)

8. ENGELHARDT, J.P., GRÜN, L. — Die Effektivität von Ultraschall bei der Prothesendesinfektion. Dtsch. zahnärztl. Z. 31, 627 (1976)

9. ENGELHARDT, J.P. — Experimentelle Untersuchungen über die Desinfektion im zahnärztlichen Bereich. Dtsch. zahnärztl. Z. 22,1175 (1967)

10. ENGELHARDT, J.P. — Kontamination in der Zahnarztpraxis und Möglichkeiten einer gezielten Dekontamination unter dem Aspekt der Praxisrationalisierung. Dtsch. zahnärztl. Z. 29,165 (1974)

11. ENGELHARDT, J.P., GRON, L. — Kunststoffe als mikrobielle Nährböden. Arch.Hyg. 153,433 (1963)

12. ENGELHARDT, J.P., GRON, L. — Qualitative und quantitative Untersuchungen zur Frage einer Prothesendesinfektion. Dtsch. zahnärztl. Z. 31, 620 (1976)

13. ENGELHARDT, J.P. — Untersuchungen zur Frage hygienischer Maßnahmen im Rahmen der zahnärztlichen Tätigkeit. Dtsch. zahnärztl. Z. 22,1497 (1967)

14. ENGELHARDT, J.P. — Zahnärztliche Kunststoffe, Untersuchungen zur Frage ihrer Beständigkeit gegenüber Mikroorganismen. Habil. Schrift, Düsseldorf (1970)

15. ENGELHARDT, J.P. — Zur Frage der Desinfektion von abnehmbarem Zahnersatz mit Kunststoffbasis. Dtsch. Zahnärztebl. 23,24 (1969)

16. FUHR, K. — Klinische und experimentelle Untersuchungen zur Desinfektion und Sterilisation. Dtsch. zahnärztl. Z. 22,1196 (1967)

17. GRON, L. — Probleme der Desinfektion im zahnärztlichen Bereich. Dtsch. zahnärztl. Z. 22,1169 (1967)

18. GRON, L., STELTER, J. — Ultraschalleinwirkung auf Mikroorganismen. Zbl. Hygiene 141,267 (1955)

19. HEILIGENHAUS, U.
Klinische Untersuchungen über die Desinfektion getragener Prothesen. Med. Diss., Düsseldorf (1977)

20. HORST, H., TRIPATZIS, I. KONSTANTINIDIS, I.
Australia-Antigen Wirkung chemischer und physikalischer Maßnahmen auf die Antigenität. Zbl. Bakt. Hyg., Orig. A 219, 1-6 (1972)

21. JANKE, G.
Ober Abbauvorgänge an zahnärztlichen Kunststoffen (Alterung durch Korrosion). Dtsch. zahnärztl. Z. 22,684 (1967)

22. KÖRBER, E.
Oberflächenbearbeitung zahnärztlicher Kunststoffe. Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 562 (1960)

23. KÖHL, W.
Zur Ätiologie und Differentialdiagnose der Stomatitis prothetica. Dtsch. zahnärztl. Z., 21,158 (1966)

24. KÖHLWEIN, H., DEMMER, F.
Mikrobielle Korrosion von Kunststoffen. Kunststoffe 57, 183 (1967)

25. KUNTZ, E., KUNTZ, A.
Berufsausübungs-Verbot für Zahnarzt bei ungünstiger Hepatitis-B-Serologie? Münch. med. Wschr. 120, Nr. 43, 1407 (1978)

26. KUNTZ, E.
Müssen Hepatitis-Oberträger ihren Beruf aufgeben? Münch. med. Wschr. 120, Nr. 43, 1401 (1978)

27. LAMMERS, Th.
Bakteriologische Studien über die Mundflora und Mundhygiene. Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 18, 378 u. 441 (1953)

28. LAMMERS, Th.
Hygiene, Desinfektion und Sterilisation in der zahnärztlichen Praxis. Zahnärztl. Welt/Reform 79, 984 (1970)

29. LAMMERS, Th. — Hepatitis-Gefahr in der Praxis für Patient und Zahnarzt. Zahnärztl. Fortbildung in "Der Freie Zahnarzt" 12,65 (1978)

30. LANGER, H., PORTELE, K. — Klinische und experimentelle Untersuchungen über den Keimgehalt von zahnärztlichen Kunststoffen. Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. Bd. 39H. 1 u. 2, 21 (1963)

31. LENZ, P., RICHTER, I.E., HUBER, H. — Oberflächenuntersuchungen von zahnärztlichen Kunststoffen mittels Raster-Sekundär-Elektronenmikroskop. Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 717 (1968)

32. MARX, H. — Über die Sterilisation von Kunststoffprothesen, die in ein Wundbett einzugliedern sind. Dtsch. zahnärztl. Z. 21,487 (1966)

33. MARX, H., SCHUGT, O.E. — Untersuchungen der keimtötenden Wirkung dentaler Ultraschallgeräte. Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 285 (1970)

34. MATZKER, J., SCHREIBER, J. — Synthetischer Speichel. Zeitschr. Laryng. Rhinol. Bd. 51,422 (1972)

35. NEUMÜLLER, O.A. — Römpps Chemie-Lexikon

36. PLUHAR, M., EGLI, A. — Oberflächenrauhigkeit zahnärztlicher Materialien in grafischer Darstellung. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 77,1013 (1967)

37. REITHER, W. — Die Prothesenstomatopathie - ein polyätiologisches Krankheitsbild. Dtsch. zahnärztl. Z. 23,851 (1968)

38. — Richtlinien für die Prüfung chemischer Desinfektionsmittel der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie. 3. Aufl. Fischer, Stuttgart 1972

39. — Römpps' Chemisches Wörterbuch, hrsg. E. Ohlein, Franckscbe Verlagsbuchhandlung Stuttgart (1969)

40. SCHWARZ, A.
Mikrobielle Korrosion von Kunststoffen und ihren Bestandteilen. Abhandlung der Dtschn. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Akademie Verlag Berlin, Nr. 5 (1963)

41. SPRANGER, H.
Bakteriologische Untersuchungen von herausnehmbaren Schienen und Zahnersatz. Dtsch. zahnärztl. Z. 30,154 (1975)

42. SPRENG, M.
Mitteilungen über Auflösungsversuche an den Kunststoffen "Paladon" und "Selitol". Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 53,1213 (1943)

43. STAEGEMANN, G.
Altersveränderungen von hochpolymeren Kunststoffen und deren Bedeutung für die Medizin. Dtsch. Stomat. 18,248 (1968)

44. STÄGER, H.
Das Altern der Kunststoffe. Kunststoffe 49, 589 (1959)

45.
Statistisches Jahrbuch für die BRD, 81 (1976) Hrsg. Statistisches Bundesamt/ Wiesbaden, Verlag: W. Kohlhammer

46. STOFFREGEN, J.
Untersuchungen über die Keimretention an verschiedenen zahnärztlichen Kunststoffen. Med. Diss., Mainz (1967)

47. THRAENHART, O., DERMIETZEL, R., KUWERT, E., SCHEIERMANN, N.
Morphologische Veränderung und Desintegration von Dam. Partikeln nach "Gigasept"-Behandlung. Zbl. Bakt. Hyg., I Abt. Orig. B 164 1-21 (1977)

48. ZEHLE, E.
Die Veränderungen der Kunststoffoberfläche getragener Prothesen. Med. Diss., Düsseldorf (1970)

Für die Überlassung des Themas und die freundlichen Ratschläge, sowie stets gewährte Unterstützung bei den Untersuchungen möchte ich meinem Doktorvater - Prof. Dr. med. Ludwig Grün - herzlich danken.

XII. LEBENSLAUF

Am 31.07.1954 wurde ich als erstes Kind des kaufmännischen Angestellten Franz Kruse und seiner Ehefrau Luise, geb. Güse, in Neuhaus, jetzt Paderborn - Schloß Neuhaus, Kreis Paderborn, geboren.

Von 1961 bis 1965 besuchte ich die Kath. Grundschule Elsen, Kreis Paderborn, und daran anschließend das humanistische Gymnasium Theodorianum in Paderborn, an dem ich am 17.05.1973 das Zeugnis der Reife erhielt.

Im Wintersemester 1973 begann ich mit dem Studium der Zahnmedizin an der Universität Düsseldorf, wo ich am 24.07.1974 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 27.02.1976 die zahnärztliche Vorprüfung bestand. Nach weiteren 5 Semestern legte ich zum Herbsttermin 1978 mein Staatsexamen im Fach Zahnheilkunde ab und erhielt am 2.11.1978 meine Bestallung als Zahnarzt.

Seit dem 15.11.1978 arbeite ich als wissenschaftlicher Angestellter in der Abteilung für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde der Westdeutschen Kieferklinik.

Fritz Kruse